

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2007/2008

June 2008

*Jun 2008*

**EPM 332/3 – Quality & Reliability**  
***Kualiti & Kebolehpercayaan***

Duration : 3 hours

*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.

*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

- Q1. [a] Explain with a suitable example, the differences between random caused and special causes in control chart variation theory.**

*Terangkan dengan memberi satu contoh yang sesuai, perbezaan antara sebab-sebab rawak dengan sebab-sebab khas dalam teori variasi untuk carta kawalan.*

**(25 marks/markah)**

- [b] Control charts can be combined with specification and process condition**
- (i) Explain briefly the differences between specification limit and control limit**
  - (ii) Explain the rational for  $3\sigma$  from mean as control limits in control charts.**

*Carta kawalan boleh digabung dengan spesifikasi dan keadaan proses.*

- (i) Terangkan secara ringkas perbezaan di antara had spesifikasi dengan had kawalan*
- (ii) Terangkan rasional meletakkan takat  $3\sigma$  dari min sebagai had kawalan pada carta kawalan.*

**(30 marks/markah)**

- [c] The following are the data obtained for orifice dimensions where the sample size is 4 and the number of sample is 25. The specification for the orifice is  $4.4 \pm 0.2$  mm.**

$$\sum_{i=1}^{25} \bar{X}_i = 107.5, \quad \sum_{i=1}^{25} R_i = 12.5$$

- (i) Calculate the values of the limits for  $\bar{X}$  chart and R chart.**
- (ii) Calculate the standard deviation. What is your assumption prior to the calculation?**
- (iii) Calculate the percentage of rejects.**

*Berikut ialah data-data yang didapati pada dimensi lubang yang mana saiz sampel ialah 4 dan jumlah sampel ialah 25. Spesifikasi dimensi lubang ialah  $4.4 \pm 0.2$  mm.*

$$\sum_{i=1}^{25} \bar{X}_i = 107.5, \quad \sum_{i=1}^{25} R_i = 12.5$$

- (i) Kirakan nilai-nilai takat kawalan untuk carta-carta  $\bar{X}$  dan R*
- (ii) Kirakan sisihan piawai. Nyatakan andaian anda sebelum menghitung.*
- (iii) Kirakan peratus sekerap.*

**(45 marks/markah)**

- Q2. [a] Explain briefly TWO importances of ISHIKAWA diagrams for process improvement.**

*Terangkan secara ringkas DUA kepentingan rajah-rajah Ishikawa dalam penambahbaikan proses.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Explain how Ishikawa diagram can be linked to Pareto diagram. Use an example to explain.**

*Terangkan bagaimana rajah Ishikawa dan rajah Pareto dihubungkan. Guna satu contoh sebagai kaedah penerangan.*

**(30 marks/markah)**

- [c] The following defect data in Table Q2[c] are obtain from an injection molding machine of dashboard making process**

1. Plot a Pareto diagram based on defect
2. provide TWO comments based on the diagram that you have plotted
3. State what is wrong with the data collected and propose a solution

*Data defek di Jadual S2[c] didapati dari sebuah mesin acuan suntik bagi pembuatan papan papar*

1. Lakarkan rajah Pareto berdasarkan defekt
2. Berikan DUA komen berdasarkan rajah yang anda lakarkan
3. Nyatakan kesilapan berkenaan pengumpulan data diatas dan berikan satu penyelesaian.

Type of defect	Quantity
Crack	10
scratch	40
stain	6
strain	100
gap	4
pinhole	20
others	20
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>

**(50 marks/markah)**

- Q3. [a] Describe three cases of relationship between specification limit with process capability and provide your decision for each case.**

*Huraikan tiga kes berkenaan hubungkait antara had spesifikasi dengan keupayaan proses dan berikan keputusan yang anda buat untuk setiap kes.*  
(24 marks/markah)

- [b] Random sample of 30 data of temperature ( $^{\circ}K$ ) pertaining to effectiveness of lubricant to and engine are shown in Table Q3[b].**

- (i) Calculate mean and standard deviation for the temperature of the lubricant
- (ii) If the lower specification limit is  $2800^{\circ}K$ , calculate the lower capability index and  $CP_k$  value for the lubricant

*Sampel rawak mengandungi 30 data suhu (dalam  $^{\circ}K$ ) berkenaan keberkesanan minyak pelincir pada enjin diberikan seperti di Jadual S3[c]:*

- (i) *Kirakan purata dan sisihan piawai bagi suhu pelincir tersebut.*
- (ii) *Jika had rendah spesifikasi (LSL) ialah  $2800^{\circ}K$ , kira nilai indeks keupayaan rendah  $C^{PL}$  dan nilai  $CP_K$  bagi pelincir tersebut*

3320	2910	3450	3260	3070	3490
3020	3180	3080	3350	2940	3220
3360	3040	3190	3280	2680	2920
3180	2740	3650	2950	2740	3180
3230	2770	2780	2860	2910	2850

**Table Q3[b]**  
*Jadual S3[b]*

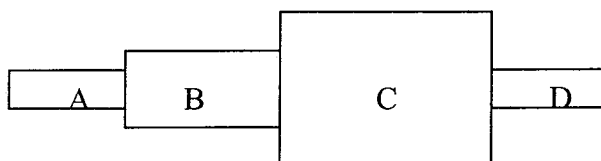
(36 marks/markah)

[c] Four shaft are assembled as shown in the Diagram Q3[c]. If the assembly specification is  $20 \pm 0.3$  cm, calculate

- (i) The tolerance for each shaft assuming the component's tolerance is the same.
- (ii) Percentage of non compliance if the tolerance of shaft A  $= \pm 0.3$  cm, B  $= \pm 0.2$  cm, C  $= \pm 0.2$  cm and D  $= \pm 0.1$  cm.

*Empat aci dipasang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[c] berikut. Jika spesifikasi pemasangan ialah  $20 \pm 0.3$  sm, : kirakan*

- (i) *toleran maximum setiap aci jika mahu menepati spesifikasi pemasangan. Andaikan toleran tabii bagi setiap aci adalah sama.*
- (ii) *peratusan tidak menepati spesifikasi jika toleran toleran bagi aci-aci A ialah  $\pm 0.3$  cm, B ialah  $\pm 0.2$  cm, C ialah  $\pm 0.2$  cm dan D ialah  $\pm 0.1$  cm.*



Komponen	Purata Panjang (cm)
A	2
B	5
C	6
D	7

Table Q3[c]  
Rajah S3[c]

(40 marks/markah)

Q4. [a] Quality defects and reliability defects are both affecting the design of a product. Provide the definitions and classifications of quality and reliability defects?

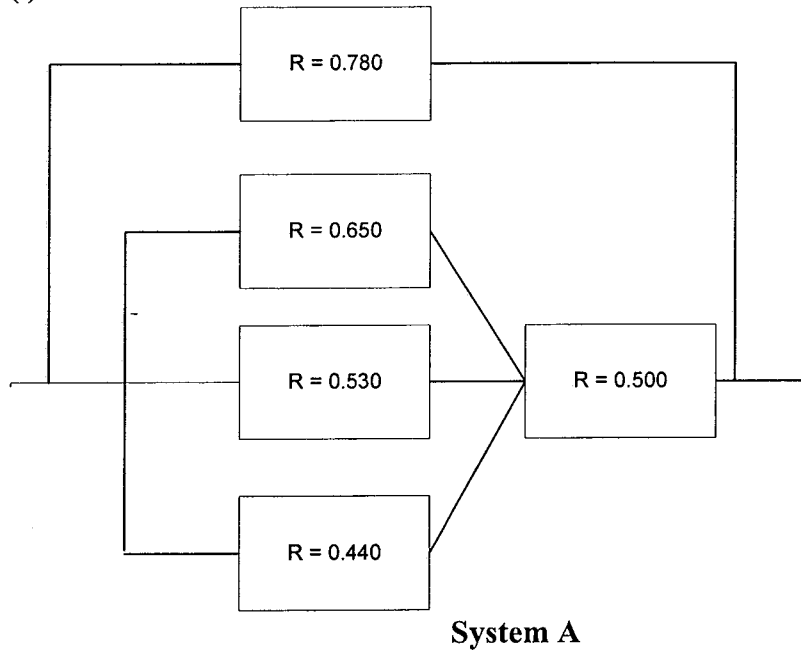
*Ketidaksempurnaan dari segi kualiti and kebolehpercayaan mempengaruhi reka bentuk sesebuah produk. Berikan definasi and klasifikasi ketidaksempurnaan kualiti dan kebolehpercayaan.*

(30 marks/markah)

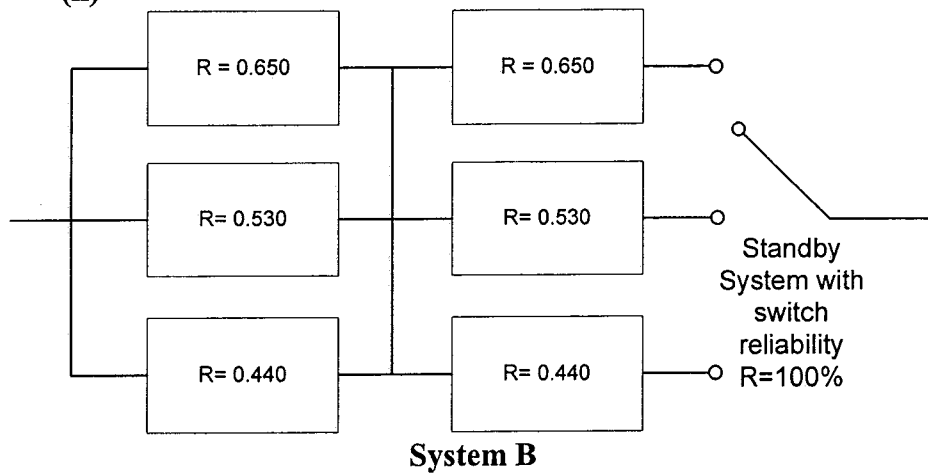
- [b] Calculate the reliability of system, A, B, and C as shown in Figure Q4[b]. (Assuming for 100 hrs and failure rate follows exponential distribution).

*Kirakan kebolehpercayaan sistem A, B, dan C, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b]. (Dianggap beroperasi selama 100 jam dan kadar kegagalan mengikut taburan exponential).*

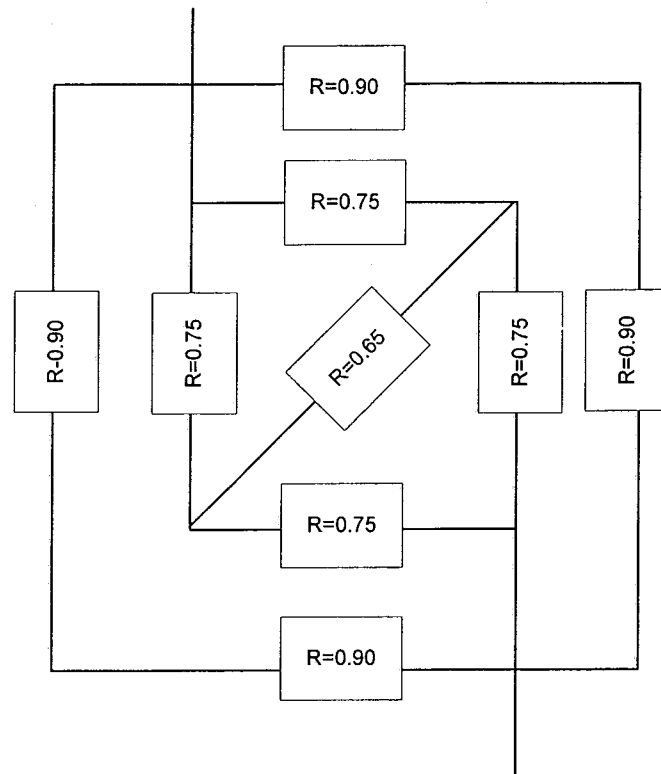
(i)



(ii)



(iii)



System C

Figure Q4[b]

Rajah S4[b]

(70 marks/markah)

- Q5. [a] Three distinct phases exist in reliability bathtub curve. Recreate the Table Q5[a] in your answer sheet and fill in the respective information, to show your understanding for the curve.

*Terdapat tiga fasa yang berbeza dalam lengkung tab mandi kebolehpercayaan. Salin Jadual S5[a] ke atas kertas jawapan and isi dengan maklumat yang berkaitan, bagi menunjukkan kefahaman anda terhadap lengkung ini.*

	Phase Fasa	Characteristic Ciri-ciri	Potential causes Punca-punca	Actions to improve the reliability Tindakan untuk menambahbaik kebolehpercayaan pada fasa ini
1				
2				
3				

Table Q5[a]

Jadual S5[a]

(40 marks/markah)

- [b] The purpose of maintenance is to return a failed or deteriorating system to a satisfactory operating state. Give four strategies to minimize both repair time and cost of maintenance.

*Matlamat penyenggaraan ialah memperbaiki sesebuah system yang telah gagal atau lemah sehingga satu tahap operasi yang memuaskan. Berikan empat strategi yang dapat mengurangkan masa and kos penyenggaraan kedua-duanya sekali.*

(30 marks/markah)

- [c] 10 diodes were each tested for a period of  $N$  cycles. 5 diodes have failed without repair and replacement. Their individual failure times are 10, 45, 108, 786 and 2091. The reliability of diode is estimated 0.89 at 300 cycles based on normal distribution (Assume  $\sigma = 2500$  cycles)

- (i) Calculate value  $N$
- (ii) Calculate value  $N$  if another diode failed (hence in total 6 diodes with the five diodes mentioned in the statement) but this diode has been replaced and continued until  $N$  cycles?
- (iii) Calculate value  $N$  if another diode failed (hence in total 6 diodes with the five diodes mentioned in the statement) but without replacement until  $N$  cycles but no log on the failure time.
- (iv) Find the 90% double-sided confidence limits for the MTBF.
- (v) Give one example of the usage of lower confidence limit and upper confidence limit of MTBF in real life.

*10 diod telah diuji kebolehpercayaan dalam tempoh  $N$  kitaran. 5 diod telah gagal tanpa dibaiki and digantikan. Masa kegagalan (dalam kitaran) ialah 10, 45, 108, 786 dan 2091. Kebolehpercayaan diod ialah 0.89 pada 300 kitaran berdasarkan taburan normal (jika  $\sigma = 2500$  kitar).*

- (i) Kirakan nilai kitaran  $N$
- (ii) Kirakan value kitaran  $N$  jika satu diod yang baru gagal (justeru, 6 diod gagal sejumlahnya termasuk 5 diod dari kenyataan atas) tetapi diod yang keenam itu digantikan dan ujian disambungkan sehingga kitaran  $N$ .
- (iii) Kirakan value kitaran  $N$  jika satu diod yang baru gagal (justeru, 6 diod gagal sejumlahnya termasuk 5 diod dari kenyataan atas) tetapi diod yang keenam itu tidak digantikan dan masa kegagalan itu tidak dicatatkan.
- (iv) Tentukan dua had keyakinan 90% bagi MTBF
- (v) Berikan satu contoh kegunaan had bawah and had atas keyakinan dalam keadaan sebenar.

(30 marks/markah)



**Q6. [a] Describe double sampling for reliability testing.**

*Terangkan apa itu tinjauan dua-sukatan dalam pemeriksaan kebolehpercayaan.*

**(40 marks/markah)**

**[b] A work center contains two machines, MA and MB, which each has to undergo maintenance once breakdown occurs. The details of the task**

*Sebuah tempat pemprosesan mempunyai dua mesin iaitu MA dan MB. Mesin-mesin perlu disenggarakan jika berlakunya kerosakan. Butir-butir mengenai penyenggaraan ialah seperti berikut.*

**Maintaining machine MA**

**Weibull distribution. MTTR (or G)= 2.8, B = 1.5.**

*Penyenggaraan mesin MA*

*Taburan Weibull. MTTR(atau G) = 2.8, B = 1.5*

**Maintaining machine MB**

**Log-normal distribution. The times to repair machine MB are as follows: 0.6, 1.8, 2.0, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 3.4, 3.6, 4.3, 4.9 and 5.1 hr.**

*Penyenggaraan mesin MB*

*Taburan log-normal. Tempoh masa untuk membaiki mesin MB adalah seperti berikut: 0.6, 1.8, 2.0, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 3.4, 3.6, 4.3, 4.9 dan 5.1 jam.*

**Please answer the following questions:**

*Sila jawab soalan-soalan berikut:*

**(i) Calculate the log-normal parameters for machine MB**

*Kirakan nilai-nilai taburan log-normal bagi mesin MB*

**(25 marks/markah)**

**(ii) For each machine maintenance, calculate the maintainability for an allowed downtime (D) of 4.0 hour.**

*Bagi setiap penyenggaraan, kirakan kebolehsenggaraan bagi masa henti dibenar (D) selama 4.0 jam.*

**(10 marks/markah)**

**(iii) For each machine maintenance, calculate the allowed downtime (D) for a maintainability of 95%?**

*Bagi setiap penyenggaraan, kirakan masa henti dibenar (D) bagi 95% kebolehsenggaraan?*

**(10 marks/markah)**

- (iv) **For each machine maintenance, calculate the new MTTR for 90% maintainability at an allowed downtime (D) of 4.0 hours?**

*Bagi setiap penyelenggaraan, kirakan MTTR yang baru bagi 90% kebolehsenggaraan dan masa henti dibenar (D) selama 4.0 jam?*

**(10 marks/markah)**

- (v) **For each machine maintenance, MTTR from [iv] and if the system has a MTBF of 80 hours. Calculate the inherent availability.**

*Bagi setiap penyelenggaraan, dengan MTTR dari [iv] dan sekiranya sistem mempunyai MTBF selama 80 jam, kirakan kebolehsediaan semula jadi?*

**(5 marks/markah)**